



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Yoshiyuki KOMURA et al. Art Unit : 2874
Serial No.: 10/619,263 Examiner :
Filed : July 14, 2003
Title : METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE AND OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE, OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE AND OPTICAL WAVEGUIDE, AND OPTICAL COMMUNICATION APPARATUS USING OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE

Commissioner for Patents
P. O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT(S) UNDER 35 U.S.C. 119

Applicants hereby confirm their claim of priority under 35 U.S.C. 119 from Japanese Patent Application No. 2002-206323 filed July 15, 2002. A certified copy of the application from which priority is claimed is submitted herewith.

Please apply any charges not covered, or any credits, to Deposit Account 50-0591 (Reference Number 15115.082001).

Respectfully submitted,

Date: 11-7-03


Jonathan P. Osha, Reg. No. 33,986
ROSENTHAL & OSHA L.L.P.
1221 McKinney Street, Suite 2800
Houston, Texas 77010
Telephone: (713) 228-8600
Facsimile: (713) 228-8778

CERTIFICATE OF MAILING BY FIRST CLASS MAIL (37 CFR 1.8)

Applicant(s): Yoshiyuki KOMURA et al.

Docket No.

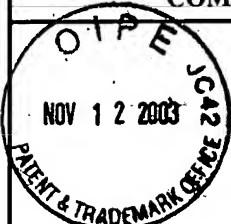
15115.082001

Serial No.
10/619,263Filing Date
07/14/2003

Examiner

Group Art Unit
2874

Invention: **METHOD FOR MANUFACTURING OPTICAL WAVEGUIDE AND OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE, OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE AND OPTICAL WAVEGUIDE, AND OPTICAL COMMUNICATION APPARATUS USING OPTICAL WAVEGUIDE DEVICE**



I hereby certify that this Transmittal of Priority Document Under 35 USC 119
(Identify type of correspondence)

is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to:

Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on November 7, 2003
(Date)

Brenda C. McFadden

(Typed or Printed Name of Person Mailing Correspondence)

A handwritten signature of Brenda C. McFadden in black ink.

(Signature of Person Mailing Correspondence)

Note: Each paper must have its own certificate of mailing.

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 7月15日

出願番号

Application Number:

特願2002-206323

[ST.10/C]:

[JP2002-206323]

出願人

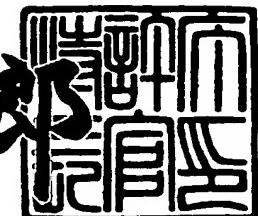
Applicant(s):

オムロン株式会社

2003年 6月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一



出証番号 出証特2003-3051043

【書類名】 特許願

【整理番号】 02P00473

【提出日】 平成14年 7月15日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/10

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社内

【氏名】 古村 由幸

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社内

【氏名】 速水 一行

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社内

【氏名】 寺川 裕佳里

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社内

【氏名】 森 俊也

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
オムロン株式会社内

【氏名】 細川 速美

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代表者】 立石 義雄

【代理人】

【識別番号】 100094019

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区谷町1丁目3番5号 オグラ天満橋
ビル

【弁理士】

【氏名又は名称】 中野 雅房

【電話番号】 (06)6910-0034

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038508

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800457

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光導波路及び光導波路装置の製造方法、光導波路装置及び光導波路、並びに光導波路装置を用いた光通信用装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】光を透過伝搬させ少なくとも1ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第1の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成し、機能部位を第2の基板上に前記光導波路と同じ縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成して各々の前記光導波路と前記機能部位が対向するように前記第1の基板と前記第2の基板を接着し一体化した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所に形成し、その後一体化した状態で個々に切断して光導波路装置を製造する方法において、

前記個々の光導波路装置の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔をx、横方向の間隔をy、前記縦方向と平行な方向に形成された前記コアの長さをz、前記コアの分岐点の数をn、前記フィルタ挿入溝の形成間隔をp、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きをθ($0^\circ < \theta < 90^\circ$)とした時に、

$$x = m \cdot p / \sin \theta \quad (m \text{は } n \text{以上の自然数})$$

$$y = p / \cos \theta$$

$$z \leq (n+1) \cdot p / \sin \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記コアの長さ、並びに前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴とする光導波路装置の製造方法。

【請求項2】光を透過伝搬させ少なくとも1ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第1の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所に形成し、その後個々に切断して前記光

導波路を製造する方法において、

前記個々の光導波路の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔をx、横方向の間隔をy、前記コアの分岐点の数をn、前記フィルタ挿入溝の形成間隔をp、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きをθ（ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ）とした時に、

$$x = n \cdot p / \sin \theta$$

$$y = p / \cos \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴とする光導波路の製造方法。

【請求項3】請求項1に記載した光導波路装置の製造方法により製造した光導波路装置。

【請求項4】請求項2に記載した光導波路の製造方法により製造した光導波路

【請求項5】請求項3に記載した光導波路装置と、前記光導波路装置に実装されている投光素子を駆動する投光素子駆動回路、及び前記光導波路装置に実装されている受光素子から出力される電気信号の処理を行うデータ処理回路を備えた光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コア内で光を透過伝搬する光導波路、光導波路に光ファイバや投光素子、受光素子などの光学部品を実装するための光ファイバガイドや光学素子設置部並びに光変調機能といった機能部位を付加した光導波路装置、それらの製造方法、並びにその光導波路装置を用いた光通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信に用いられる光ファイバケーブルの接続部や末端部では、他の光ファイバケーブルや投光素子、受光素子と接続するために光導波路装置が用いられている。近年、高速で大容量のデータを伝送できる光通信の利用が進んでおり、より

安価で大量生産に適した光導波路装置の製造が望まれている。

【0003】

光ファイバからの光信号を受信して電気信号に変換したり、電気信号を光信号に変換して光ファイバへ送信する光導波路装置の例として光トランシーバがある。光トランシーバは一般的に光導波路を形成した光導波路基板と光導波路のコアと接続するための光ファイバ、投光素子、受光素子等を実装した支持基板から構成されている。光導波路基板のコアの途中には、コアを分断するようにフィルタ挿入溝が形成され、フィルタ挿入溝には特定の波長の光のみを透過し、特定の波長以外の波長の光を反射する特性をもつ光学素子であるフィルタが実装されている。このフィルタにより送信信号と受信信号とを分離し、クロストークが発生するのを防止している。

【0004】

従来、このような光導波路装置を製造するには、光導波路基板と支持基板とを個別に製造し、光導波路基板と支持基板を一つ一つ接着樹脂で接合して製作していたので、製造工程が煩雑になり、製造工程に時間やコストが掛かり、効率よく大量生産することができなかった。また、個々の光導波路基板や支持基板は微小な部品であるため、光導波路基板及び支持基板を精度良く位置合わせして光導波路装置を組み立てるのに時間やコストがかかっていた。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、光導波路基板と支持基板をそれぞれウエハないし親基板上に所定間隔で配置されるよう複数個形成しておき、両ウエハないし親基板を接合させた後、その接合体を切り離して個々の光導波路装置を形成するようにすれば、生産効率は向上する。フィルタ挿入溝についても個々の光導波路装置に切り離す前にまとめて形成しておく方が生産効率は向上する。

【0006】

光導波路装置を複数個形成した状態を図1に示す。図1の光導波路装置23は1枚の親基板上に複数個マトリクス状に形成した支持基板25と他の1枚の親基板の上に複数個マトリクス状に形成した光導波路基板24を接合している。光導

波路基板24は1つずつバラバラの状態で支持基板25に接合されているように図示しているが、不要部分を図示していないだけであり、個々に切り離されてはいない。各々の光導波路基板24にはコア26が形成されており、フィルタ挿入溝27により分断されている。フィルタ挿入溝27はトの字形に形成されたコア26が結合する付近に形成され、コア26を分断するようにフィルタ28が挿入されている。フィルタ28によりコア26を伝搬する送信信号と受信信号を分離している。

【0007】

フィルタ挿入溝27はダイシングにより切り込みを入れて形成する。しかし、ダイシングでは図1に示すように親基板の全体に対して溝を形成することしかできず、フィルタ28を挿入する箇所だけ部分的に溝を形成することができない。また、フィルタ挿入溝27はコア26の長手方向に対して所定の角度を有しているので、個々の光導波路装置23の大きさやコア26の長さによっては、各々の光導波路装置23の所定の箇所にフィルタ装着溝27を形成しようとすると、ダイシングピッチが一定でなかったり、並んで配置されている他の光導波路装置23のコア26の目的以外の箇所29を分断してしまうことがあった。よって、各々の光導波路装置23を同形状に生産することができなかった。

【0008】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、光導波路装置を複数個マトリクス状に形成してフィルタ挿入溝を形成した後個々に切断して光導波路装置を製造する方法において、各々の光導波路装置を同形状に形成することができ、形成されたフィルタ装着溝は他の光導波路装置のコアの目的以外の箇所を分断することのない光導波路装置の製造方法を提供することにある。

【0009】

なお、図1においては便宜上フィルタ挿入溝27はフィルタ28より細く描いているが、実際はフィルタ挿入溝27の方がフィルタ28より幅が広く、フィルタ28が挿入されている。また、光導波路基板24以外の支持基板25上にもフィルタ挿入溝27が形成されているように見えるが、これはダイシングブレード

の走査軌跡を示すものである。フィルタ挿入溝27は光導波路基板24のコア26を完全に分断するような深さまで形成すれば足りるので実際は支持基板25上にまでフィルタ挿入溝27が形成されることはない。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光導波路装置の製造方法は、光を透過伝搬させ少なくとも1ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第1の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成し、機能部位を第2の基板上に前記光導波路と同じ縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成して各々の前記光導波路と前記機能部位が対向するように前記第1の基板と前記第2の基板を接着し一体化した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所に形成し、その後一体化した状態で個々に切断して光導波路装置を製造する方法において、前記個々の光導波路装置の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔をx、横方向の間隔をy、前記縦方向と平行な方向に形成された前記コアの長さをz、前記コアの分岐点の数をn、前記フィルタ挿入溝の形成間隔をp、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きをθ($0^\circ < \theta < 90^\circ$)とした時に、

$$x = m \cdot p / \sin \theta \quad (m \text{は } n \text{ 以上の自然数})$$

$$y = p / \cos \theta$$

$$z \leq (n+1) \cdot p / \sin \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記コアの長さ、並びに前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴としている。

【0011】

また、請求項2に記載の光導波路の製造方法は、光を透過伝搬させ少なくとも1ヶ所以上の分岐点を有するコア及びコアを囲むクラッドからなる光導波路を第1の基板上に縦横所定間隔でマトリクス状に配置するよう複数形成した上で、前記コアを透過伝搬する光の波長に応じて光を透過または反射するフィルタが挿入

可能な溝を少なくとも前記溝に挿入された前記フィルタにより前記分岐点で反射した前記光が前記分岐点から別方向に延びているコアに伝搬するような箇所に形成し、その後個々に切断して前記光導波路を製造する方法において、前記個々の光導波路の前記マトリクス状の配置間隔のうち縦方向の間隔をx、横方向の間隔をy、前記コアの分岐点の数をn、前記フィルタ挿入溝の形成間隔をp、前記縦方向に対する前記フィルタの傾きをθ（ $0^\circ < \theta < 90^\circ$ ）とした時に、

$$x = n \cdot p / \sin \theta$$

$$y = p / \cos \theta$$

となる関係を満たすように前記配置間隔及び前記フィルタ挿入溝の形成間隔を決定したことを特徴としている。

【0012】

請求項1に記載した光導波路装置の製造方法によれば、第1の基板と第2の基板上に光導波路と機能部位をそれぞれ複数個形成して接合した状態でダイシングによりフィルタ挿入溝を形成する時に、各々の光導波路装置は同形状に形成することができ、各々の光導波路装置に形成されるフィルタ挿入溝は他の光導波路装置のコアの目的外の箇所を分断することはない。また、ダイシングピッチを一定にしてフィルタ挿入溝を形成することができるのでダイシングブレードを自動的に走査させることにより同一工程で複数のフィルタ挿入溝を形成することができる。従って、個々の光導波路装置に対して別々の工程でフィルタ挿入溝を形成する必要がないので、光導波路装置の製造工程を大幅に簡略化でき、生産効率を高めることができる。

【0013】

請求項2に記載した光導波路の製造方法も第2の基板がないだけで、請求項1の効果と同様の効果が得られる。

【0014】

請求項1に記載した光導波路装置の製造方法により、安価で安定した品質を有する光導波路装置を製造することができる。

【0015】

請求項2に記載した光導波路の製造方法により、安価で安定した品質を有する

光導波路装置を製造することができる。

【0016】

また、請求項3に記載した光導波路装置と、前記光導波路装置に実装されている投光素子を駆動する投光素子駆動回路、及び前記光導波路装置に実装されている受光素子から出力される電気信号の処理を行うデータ処理回路を備えることにより、光信号と電気信号の変換を行う光通信用装置を得ることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

図2は本発明の一実施形態である光導波路装置（光トランシーバ）1の主要部を上方から見た時の模式図である。図2の光導波路装置1は本発明に係る製造方法で複数個生産された光導波路装置の1つを示しており、第1の基板上に複数個マトリクス状に形成された光導波路の1つに相当する長方形の光導波路基板2、第2の基板上に複数個マトリクス状に形成された機能部位の1つに相当する長方形の支持基板3、フィルタ挿入溝5a、5b、5c、フィルタ6からなっている。支持基板3は長辺方向の形成間隔がxで、短辺方向の形成間隔がyで複数形成されていたものをダイシングにより個々に切断されたものである。よって、切断後の支持基板3の長辺と短辺の長さは正確には形成間隔よりダイシングブレードの幅の分だけ短くなるが、以下の説明では便宜上形成間隔x、yを支持基板3の長辺、短辺方向の長さとして取り扱う。

【0018】

支持基板3上の中央付近に支持基板3より長辺、短辺とも短い光導波路基板2が支持基板3からはみ出さないように接合されている。よって、支持基板3の長辺、短辺の長さと光導波路装置1の長辺、短辺の長さは等しい。光導波路基板2の長辺方向は支持基板3の長辺方向と平行であり、長辺方向の長さはzである。光導波路基板2にはトの字形をしたコア4が形成されている。コア4のそれぞれの端面は光導波路基板2から露出している。コア4は支持基板3の長辺方向と平行な方向にコア4a、4bが形成されており、コア4a、4bと垂直な方向にコア4aから分岐するようにコア4cが形成されている。コア4aと4cの分岐点付近でコア4aと4bを分断するように支持基板3の長辺方向に対して $\theta = 45^\circ$ 。

傾いてフィルタ挿入溝5 bが形成されている。フィルタ挿入溝5 bからダイシングピッチpでフィルタ装着溝5 bと平行にフィルタ装着溝5 a、5 cが形成されている。フィルタ装着溝5 a、5 cはコア4を分断していない。フィルタ装着溝5 bにはコア4 aと4 bを分断するようにフィルタ6が挿入されている。フィルタ6はコア4 aを伝搬してきた光をその波長に応じて透過または反射させる。透過した光はコア4 bを伝搬し、反射した光はコア4 cを伝搬する。コアのないフィルタ装着溝5 a、5 cにはフィルタ6を挿入する必要はない。よって、フィルタ数nは1である。支持基板3上で光導波路基板2が接合されておらず露出している箇所には図示しない投光、受光素子実装用ベンチ（電極パッド）や光ファイバガイドが形成される。

【0019】

光導波路装置1において、フィルタ挿入溝5 bを対角線としフィルタ挿入溝5 bに隣接するフィルタ挿入溝5 a、5 c上の点を頂点とするような長方形7（図2のハッチング部。以下単位長方形という）を仮定したときに、光導波路装置1の大きさは単位長方形7の3倍の大きさとなっている。この単位長方形の縦の長さをwとすると、前述のように単位長方形7の横の長さはyとなり、フィルタ装着溝5 a、5 cはコア4を分断していないので、

$$w = p / \sin \theta \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$y = p / \cos \theta \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$x = 3w = (n+2)w \dots \dots \dots \quad (3)$$

$$z \leq 2w = (n+1)w \dots \dots \dots \quad (4)$$

の関係が成り立つ。

【0020】

よって、単位長方形7の整数倍（図2では3倍）を光導波路装置1の大きさとすれば、フィルタ装着溝5は各単位長方形7の同じ箇所に形成されるので、図3のように複数の光導波路装置1をマトリクス状に配置しても、各々の光導波路装置1を同形状にすることができ、大量生産が可能になる。

【0021】

なお、図2から図7においては、光導波路基板2以外の支持基板3上にもフィ

ルタ挿入溝5が形成されているように描いているが、これはダイシングブレードの走査軌跡を示すものである。フィルタ挿入溝5は光導波路基板2のコア4を完全に分断するような深さまで形成すれば足りるので実際は支持基板3上にまでフィルタ挿入溝5が形成されることはない。

【0022】

また、図3から図7においては、単位長方形7を表示するために単位長方形間の境界を破線で表示している。

【0023】

図4に実際の光導波路装置1の上方から見た模式図を示し、図5に図4の光導波路装置1が複数配置された図を示す。実際の光導波路装置では図2とは異なり、図4のように受光素子実装用ベンチ8a、投光素子実装用ベンチ8bを形成するスペースと光ファイバガイド9を形成するスペースを設ける必要があるので光導波路基板2は支持基板3の中央から離れて接合されるが、光導波路装置1の大きさが単位長方形7の整数倍である限り、複数の光導波路装置1をマトリクス状に配置しても、フィルタ挿入溝5は各々の光導波路装置1の同じ箇所に形成されるので同形状の光同導波路装置1を大量に生産することができる。よって、各々の光導波路装置1のフィルタ挿入溝5の形成の際に、目的以外のコア4を分断することはない。

【0024】

また、図6のようにフィルタを2枚実装する時は、光導波路装置1の大きさを単位長方形7の4倍とすることにより設計することができる。

【0025】

図7は支持基板のない光導波路基板2だけで形成された光導波路（光合分波器）2bの模式図を示している。この光合分波器2bの大きさを決定するに当たっても単位長方形の考え方を適用できる。異なるのは、光合分波器2bにおいては支持基板がないので素子実装用ベンチや光ファイバガイドなどの形成スペースを考慮する必要がなく、全ての単位長方形7におけるフィルタ挿入溝5にフィルタ6を挿入するような構造となるため、zとxが同値となることである。光合分波器2bの大きさも単位長方形7の整数倍とすることにより、同じ形状の光合分波

器2 b を大量に生産することができ、各々の光合分波器2 b に形成されたフィルタ装着溝5 は目的外のコア4 を分断することはない。また、全ての単位長方形7 に同じ形状のコア4 やフィルタ挿入溝5 が形成されるので、合分波する光の数（＝フィルタ数）に応じて個々に切り離す箇所を変えることにより、必要最小限の大きさを持った光合分波器を得ることができる。

【0026】

図8、図9は、本発明の一実施形態である光導波路装置（光トランシーバ）1 の概略斜視図及び概略分解斜視図である。本実施形態の光導波路装置1 は、支持基板3 の上に光導波路基板2 が接合された状態で構成されている。光導波路基板2 は、カバーガラス10、高屈折率の光学材料からなる下部クラッド層11、下部クラッド層11より高屈折率の光学材料からなり、内部で光を透過伝搬させるコア4 a、4 b、4 c、下部クラッド層11と同じ光学材料からなる上部クラッド層12、及びフィルタ6 から構成されている。光導波路基板2 の外形は、支持基板3 の外形よりも小さい。フィルタ6 は特定の波長域の光のみを透過させ、特定の波長域以外の光を反射させる特徴を有する光学素子であってフィルタ挿入溝5 の内部に挿入されている。下部クラッド層11 内に埋め込まれているコア4 a 及びコア4 b は一直線状に並んでおり、両コア4 a、4 b 間を仕切るようにして、且つ、その長手方向に対して45度の傾きを持たせてフィルタ6 が挿入され、フィルタ6 の側面には、両コア4 a、4 b の長手方向に対して90度の角度を持つようにしてコア4 c が配置されている。

【0027】

支持基板3 はその長辺と短辺の長さの比が3:1 となっており、その表面には、上記光導波路基板2 を積層するための導波路固定領域13 が形成され、その周囲にはV溝状の光ファイバガイド9、凹状をした光学素子設置部14 a、14 b が設けられている。また、支持基板3 の上面は、導波路固定領域13 を除く全面が、上クラッド層の樹脂と密着性の悪い酸化膜15 によって覆われている。各光学素子設置部14 a、14 b 内には、投光素子や受光素子を実装するための素子実装用ベンチ（電極パッド）8 a、8 b が形成されている。

【0028】

図8のように組み立てられた光導波路装置1においては、上記光導波路基板2は、上下反転された状態で設置されており、光ファイバガイド9及び素子実装用ベンチ8a、8bは光導波路基板2から露出している。

【0029】

図10は上記光導波路装置1に投光素子16と受光素子17を実装し、光ファイバ18をつないだ状態を示す平面図である。光学素子設置部14a、14b内の素子実装用ベンチ8a、8bには、下面電極をダイボンドすることにより、それぞれ受光素子17と投光素子16が実装されており、受光素子17はコア4cの端面に対向し、投光素子16はコア4bの端面に対向している。また、投光素子16及び受光素子17の上面電極はボンディングワイヤで回路基板などに接続される。光ファイバ18は、光ファイバガイド9に納めて位置決めした状態で接着剤により固定されており、それによってコア4aの光軸と光ファイバ18の光軸が自動的に調芯されている。

【0030】

この光導波路装置1においてフィルタ6は、投光素子16から出射される波長の光を透過し、光ファイバ18から出射される波長の光を反射する特性のものを用いている。従って、投光素子16からコア4bに光（送信信号）を照射すると、光はコア4bの内部を伝搬し、フィルタ6を透過してコア4aの内部を伝搬し、光ファイバ18に入射して光ファイバ18内を送信される。また、光ファイバ18を伝搬してきた光（受信信号）は、コア4aに入射して、フィルタ6で反射し、コア4cを伝搬して受光素子17に受信される。このようにして光導波路装置1は、光ファイバを通じてつながっている外部の他の装置と信号の送受信を行うことができる。

【0031】

上記のようにこの光導波路装置1は、信号の送受信を行うための光トランシーバーとして利用することができ、例えばインターネットに接続されたパーソナルコンピューターのように外部からの信号を受信し、また、外部に向けて信号を送信する装置の内部で用いられる。

【0032】

以下に、図11～図17を用いてこの光導波路装置1の製造方法を説明する。まず、支持基板3の親基板であるシリコン基板3aの表面をエッチングし、図11に示すように導波路固定領域13、光学素子設置部14a、14b、ファイバガイド9を一組としてそれを縦横とも等間隔になるように複数組形成する。図11のシリコン基板3aの大きさは24mm×8mmであり、これを用いれば一度に4個の光導波路装置1を製造できる。よって、光導波路装置1の1個当たりの大きさは12mm×4mmとなる。これよりも大面積のシリコン基板3aを用いれば、さらに大量の光導波路装置1の同時生産が可能になる。

【0033】

次に、図12に示すようにシリコン基板3aの表面のうち導波路固定領域13以外の領域に上クラッド層の樹脂と密着性の悪い酸化膜15を形成する。さらに、光学素子設置部14a、14bにおいて、酸化膜15の上にそれぞれ素子実装用ベンチ8a、8bを電極材料によって形成する。以下、酸化膜15が形成されたシリコン基板3aをベース基板19aという。

【0034】

一方、上記のシリコン基板3aと同面積以上のガラス基板10aを用いて、図13に示す下部クラッド層11、コア4c、4dからなる光導波路親基板2aを複製法（スタンパ法）で形成する。ガラス基板（ウエハ）10aは、光導波路装置1のカバーガラス10の親基板である。

【0035】

ここで、紫外線硬化樹脂を用いた複製法（スタンパ法）について、図14を用いて簡単に説明する。図14(a) (b) (c) (d)は、図13のA-A'線断面に相当する面を示している。まず、図14(a)に示すように、ガラス基板10a上に未硬化の紫外線硬化樹脂（下部クラッド樹脂）11aを滴下し、表面上にコア4c、4dと同じ形状のパターンを有するスタンパ（型）20aで押圧してコア溝21を形成した後、紫外線を照射して樹脂11aを硬化させ、図14(b)に示すようにコア溝21を有する下部クラッド層11を成型する。

【0036】

次に、下部クラッド層11に成型されたコア溝21の内部に下部クラッド層1

1よりも屈折率の大きな未硬化の紫外線硬化樹脂（コア樹脂）4 eを注入して表面が平らになるよう、また、コア溝21から溢れ出た樹脂4 eによって下部クラッド層11表面に形成されるバリの厚みを薄くするためにスタンパ20bで押圧し、紫外線を照射して樹脂4 eを硬化させて、コア溝21内に図14（d）に示すよなコア4c、4dを形成する。

【0037】

次に、図15に示すように、光導波路親基板2a表面に、未硬化の樹脂12aを滴下し、樹脂12aによって光導波路親基板2aとベース基板19aとを接着する。なお、樹脂12aは硬化すると上部クラッド層12となるために、下部クラッド層11と同じ紫外線硬化樹脂であるか、下部クラッド層11と同程度の屈折率を有する樹脂であることが望ましく、少なくともコア4c、4dよりも屈折率が小さくなくてはならない。

【0038】

ベース基板19aと光導波路親基板2aとを接着するときには、光ファイバガイド9や光学素子設置部14a、14bとコア4c、4dを精密に位置合わせをしておく必要がある。そのためには、光導波路親基板2aとベース基板19aに設けたアライメントマークにより精度良く位置合わせを行って光導波路親基板2aとベース基板19aを接着すればよい。大面積のベース基板19aと大面積の光導波路親基板2aとで位置合わせを行えば、個々の部品どうしを位置合わせするような煩雑さがなく、一度に複数のコアとファイバガイド等との位置合わせを精度良く行えるため効率的である。

【0039】

次に、図16に示すようにベース基板19aを下に、光導波路親基板2aを上にして置き、導波路固定領域13の縁を通過するようにして光導波路親基板2aにダイシングブレードで切り込みを入れて分離溝22a、22b、22cを形成する。なお、この分離溝22a、22b、22cの切り込み工程により、同時にコア4c、4dの端面が形成される。分離溝22a～22cによって分割された光導波路親基板2aのうち、ベース基板19aの表面に酸化膜15が形成されている領域（導波路固定領域13の外側の領域）では、酸化膜15と上クラッド層

12の界面での密着力が低いので、分割された光導波路親基板2aのうちから不要部分（導波路固定領域外に対応している領域）に力を加えると、この不要部分をベース基板19aから簡単に剥がすことができる。したがって、図16に斜線を施して示す、内部にコア4c、4dが形成されている領域のみを残し（この領域が光導波路基板2である）、ベース基板19aの光ファイバガイド9や光学素子設置部14a、14b内の素子実装用ベンチ8a、8bを露出させることができる。ベース基板19a上に残っている光導波路基板2の外周面には、コア4c、4dの各端面が露出している。

【0040】

次に、カバーガラス10及び下部クラッド層11にコア4dの長手方向に対して45度傾けてダイシングブレードで切り込みを入れ、フィルタ挿入溝5を形成する。この際、光導波路装置1の1個当たりの大きさが12mm×4mmなので（1）、（2）式から逆算してダイシングピッチを約2.8mmとすることにより、他の光導波路装置1のコア4dの目的外の箇所を分断することはない。このフィルタ挿入溝5の形成によりコア4dが分断されてコア4a、4bが形成される。その後、図16のB-B'線、C-C'線に沿ってベース基板19aを切断し、図17に示すようなチップに分割する。最後に、フィルタ挿入溝5のコア4aとコア4b間となる部分に、多層反射膜を用いたフィルタ6をはめ込めば、図8に示す光導波路装置が完成する。なお、フィルタ6はカバーガラス10の上面から飛び出していても良い。

【0041】

この光導波路装置1では、大面積の光導波路親基板2aと、大面積のベース基板19aを上クラッド層12で接着して、フィルタ挿入溝5を形成して、最終工程で光導波路装置1の個別チップに分割するように製造するために、個々の光導波路基板2と、個々の支持基板3とを貼り合わせるよりも効率よく光導波路装置1を製造することができ、大量生産に適している。また、光導波路装置1の外形からコア4dの長さとダイシングピッチを適当に定めることにより個々の光導波路装置1に切り離す前工程でフィルタ挿入溝5をまとめて形成することができるるので、生産効率が向上する。さらに、大面積のベース基板19aと大面積の光導

波路親基板2aとで位置合わせを行うために、小さな部品どうしで位置合わせをするよりも精度よく位置合わせをすることができる。

【0042】

また、この光導波路装置1では、最終的には光ファイバガイド9や光学素子設置部14a、14bを露出させる必要があるが、光導波路親基板2aの不要部分にあたる領域では、ベース基板19a上に酸化膜15を予め形成しておいて接着樹脂12a（上部クラッド層12）の接着力を弱くしているので、光導波路親基板2aとベース基板19aの全面を接着していても、光導波路親基板2aの不要な部分を簡単に除去することができ、製造工程をさらに簡略化することができる

【0043】

以下、この光導波路装置1を用いた光通信用装置について説明する。光ネットワークシステムにおいては、各家庭内などのユーザーネットワークと中継系ネットワークとをアクセスネットワーク（加入者光ファイバ）で結ぶ必要があるが、アクセスネットワークとユーザーネットワークとの間には光／電気変換を行うための回線終端装置（Optical Network Unit）が必要とされる。また、アクセスネットワークと中継系ネットワークとの間の交換局（電話事業者の設備センタ）では、光／電気変換を行うための回線終局装置（Optical Line Terminal）が必要とされる。

【0044】

図18は上記回線終端装置の構成を示すブロック図である。31はアクセスネットワークを構成する光ファイバであって、波長1550nm帯の光信号と波長1310nm帯の光信号を伝送する。光ファイバ31の端面に対向する位置には、WDM32が設けられており、WDM32は光ファイバ31から伝送されてきた波長1550nm帯の光信号を出力部から出力し、入力部から入力された波長1310nm帯の光信号を光ファイバ31に結合させる。

【0045】

WDM32の出力部から出力された波長1550nm帯の光信号は光／電気変換モジュール（PIN-AMPモジュール）33に入力される。光／電気変換モ

ジュール33は、受光素子（フォトダイオード）34とプリアンプ35からなり、入力した光信号を受光素子34で受光することによって電気信号に変換し、プリアンプ35で増幅した後、データ処理回路36に入力させる。ついで、データ処理回路36で処理された電気信号は、回線終端装置に接続されている電話や家庭用機器のコントローラなどに送られる。

【0046】

一方、WDM32の入力部につながっている電気／光変換モジュール37は、投光素子（LD）38とモニター用受光素子39からなり、投光素子38は波長1310nm帯の光を出射するものであって、投光素子駆動回路40によって駆動される。また、投光素子38から出射される光信号をモニター用受光素子39で受光することにより、投光素子38から出射される光信号のパワーが一定になるように出力をコントロールしている。しかし、電話や家庭用機器から送出された電気信号は、投光素子駆動回路40へ送られ、投光素子駆動回路40に入力された電気信号によって投光素子38を駆動することにより電気信号を光信号に変換し、WDM32を通して光ファイバ31へ送信する。

【0047】

このような回線終端装置においては、光導波路装置を用いることにより回線終端装置を小型化することができる。例えば、図8以下に説明したような光導波路装置（光トランシーバ）1におけるフィルタ6、コア4a、4b、4cを上記WDM32として用い、光導波路装置1に実装された受光素子17を上記光／電気変換モジュール33の受光素子34として用い、光導波路装置1に実装された投光素子16を上記電気／光変換モジュール37投光素子38して用いればよい。また、光導波路装置1の支持基板3上に上記プリアンプ35、データ処理回路36、モニター用受光素子39、投光素子駆動回路40等を実装することにより回線終端装置をワンチップ化することも可能になる。

【0048】

なお、ここでは回線終端装置（ONU）の場合について説明したが、回線終局装置（OLT）にも、同様に光導波路装置1を用いることができる。

【発明の効果】

本発明の光導波路装置の製造方法によれば、複数の光導波路装置をマトリクス状に配置した状態でフィルタ挿入溝を形成しても、各々の光導波路装置を同形状に形成することができ、また各々の光導波路装置に形成されるフィルタ装着溝は他の光導波路装置のコアの目的外の箇所を分断することができない。よって、製造工程を簡略化することができ、大量生産に適しているので、製造コストを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光導波路装置のフィルタ挿入溝の形成状態を示す図である。

【図2】本発明の一実施形態による光導波路装置の主要部を示す模式図である。

【図3】本発明の一実施形態による光導波路装置を複数個形成した状態を示す模式図である。

【図4】本発明の一実施形態による光導波路装置を示す模式図である。

【図5】本発明の一実施形態による光導波路装置を複数個形成した状態を示す模式図である。

【図6】本発明の他の実施形態による光導波路装置を示す模式図である。

【図7】本発明の一実施形態による光導波路を示す模式図である。

【図8】本発明の一実施形態による光導波路装置の概略斜視図である。

【図9】図8に示す光導波路装置の概略分解図である。

【図10】図8の光導波路装置の使用態様を示す概略平面図である。

【図11】図11～図17は、本発明の光導波路装置の製造方法を説明する図である。

【図12】図11の続図である。

【図13】図12の続図である。

【図14】(a) (b) (c) (d)は、図13のA-A'断面に沿って、コアを製造するまでの工程を説明するための図である。

【図15】図13の続図である。

【図16】図15の続図である。

【図17】図16の続図である。

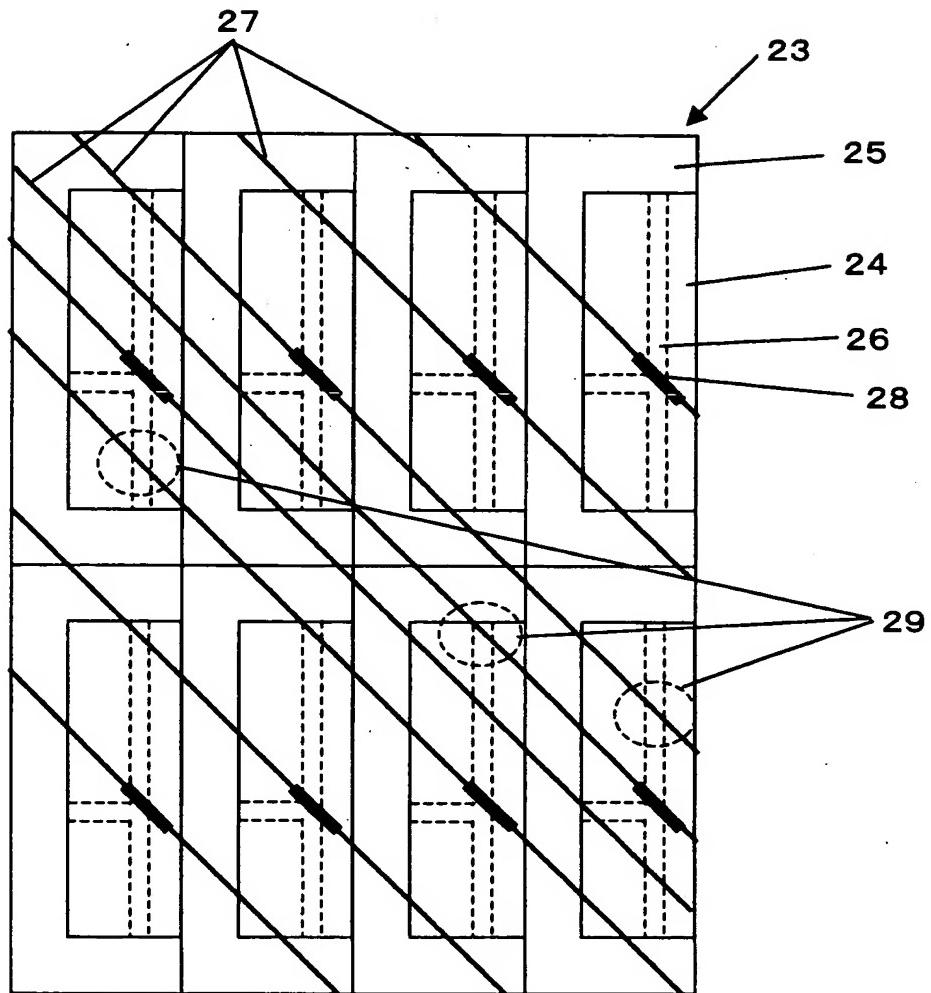
【図18】回線終端装置の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

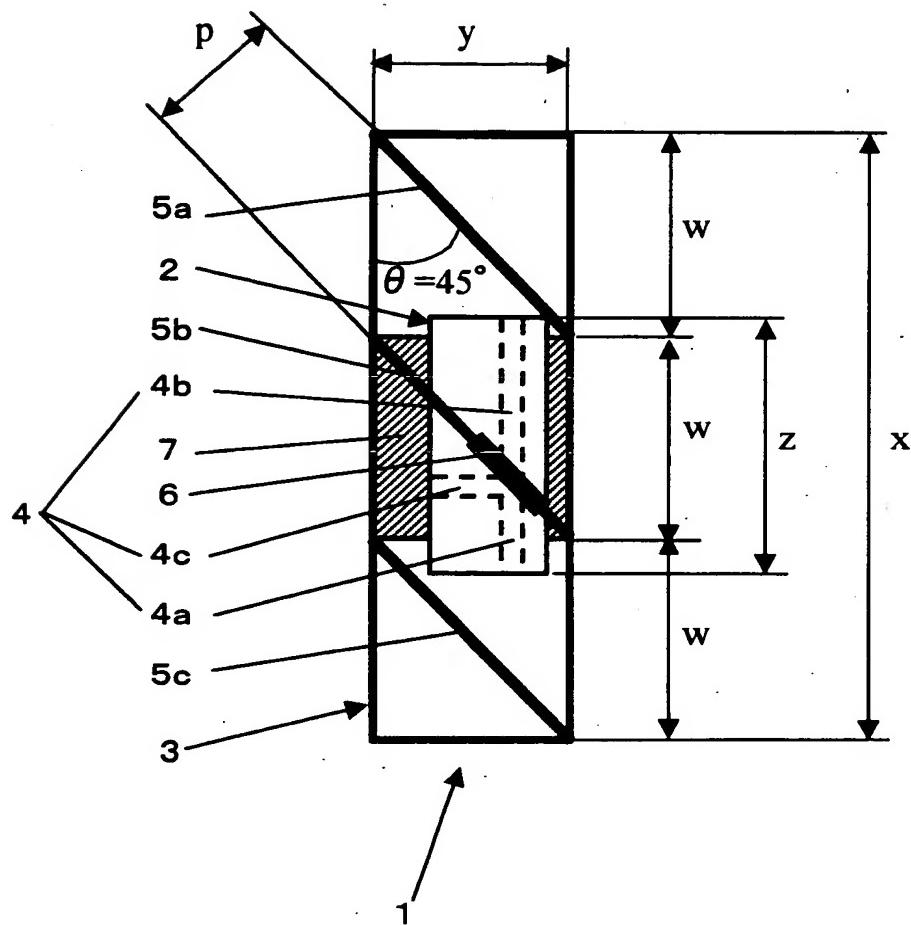
- | | |
|---------|----------|
| 1 | 光導波路装置 |
| 2 | 光導波路基板 |
| 3 | 支持基板 |
| 4、4a～4c | コア |
| 5、5a～5c | フィルタ挿入溝 |
| 6 | フィルタ |
| 9 | 光ファイバガイド |
| 11 | 下部クラッド層 |
| 12 | 上部クラッド層 |
| 14a、14b | 光学素子設置部 |

【書類名】 図面

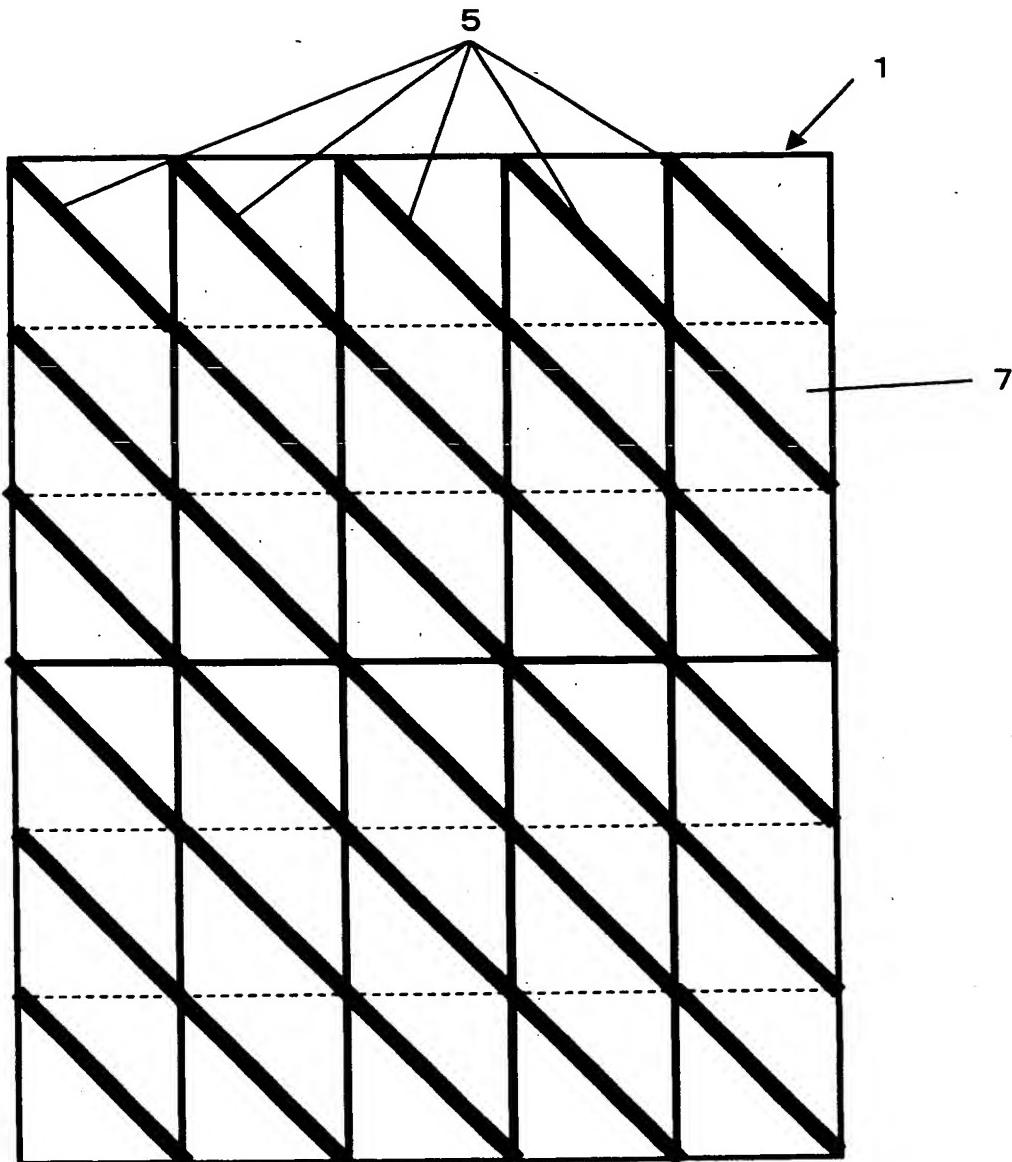
【図1】



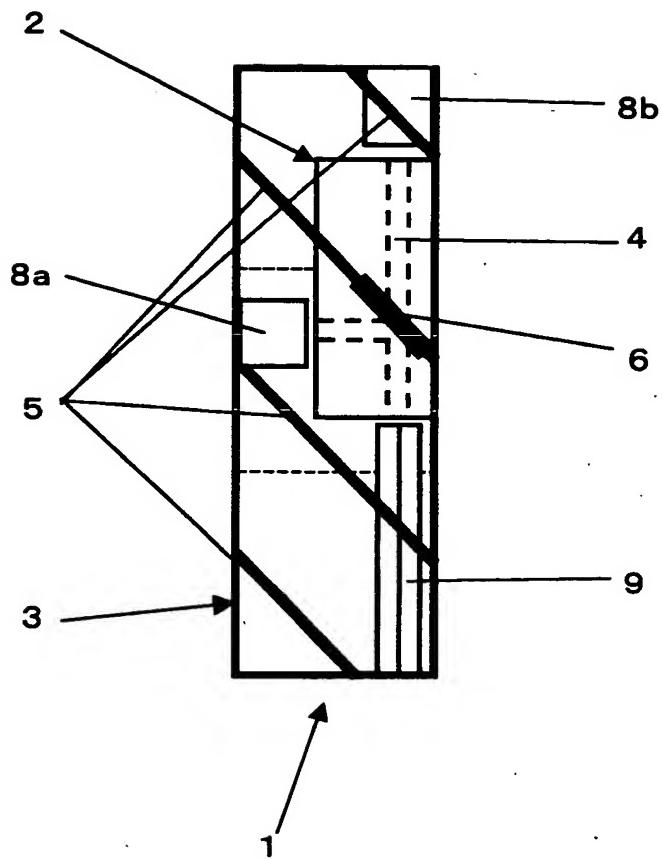
【図2】



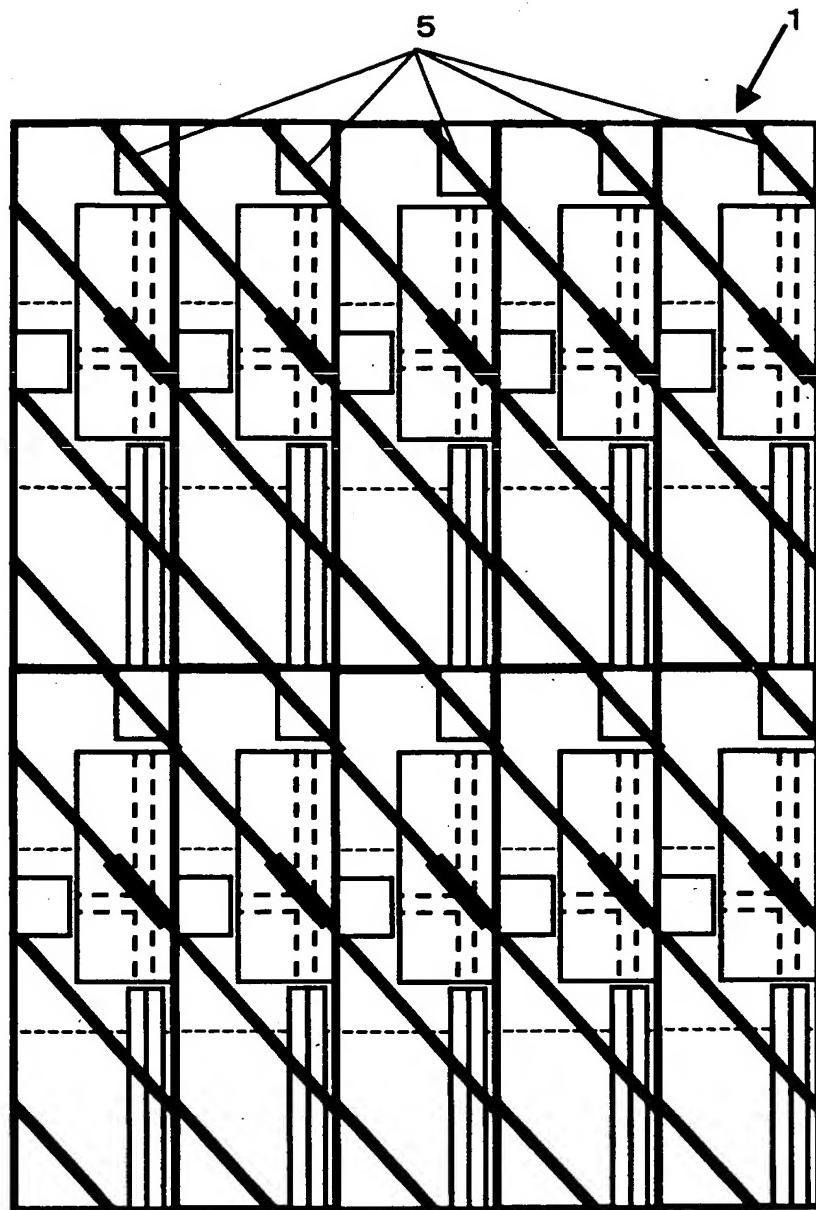
【図3】



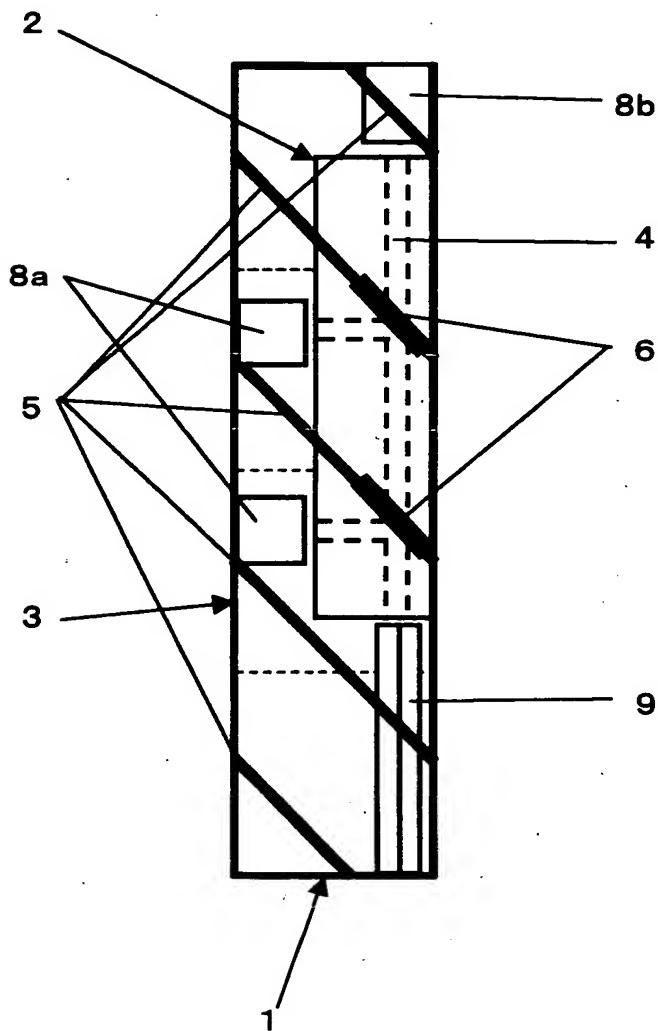
【図4】



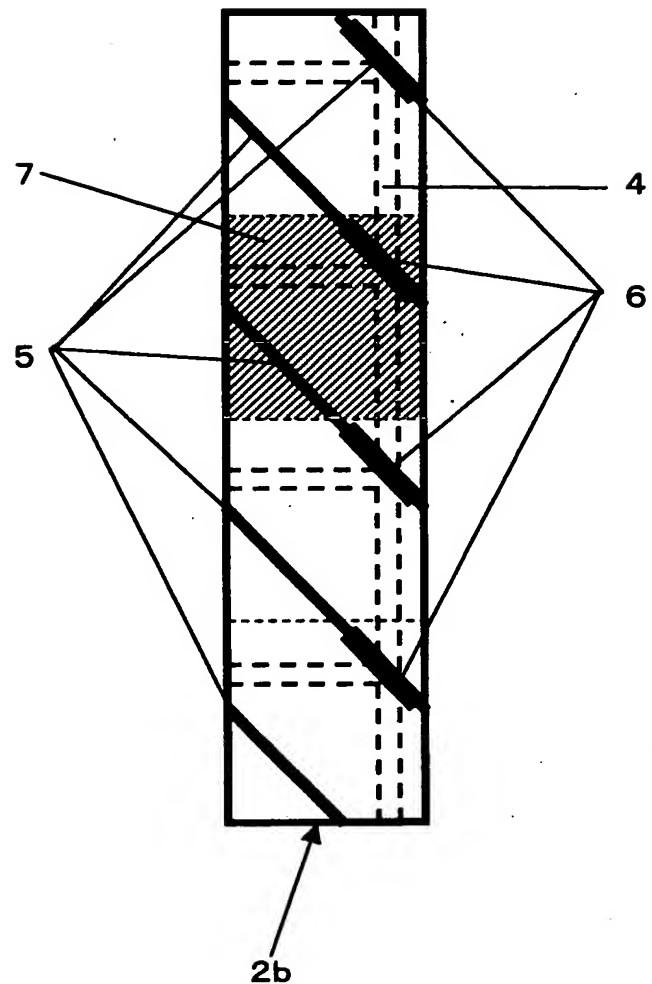
【図5】



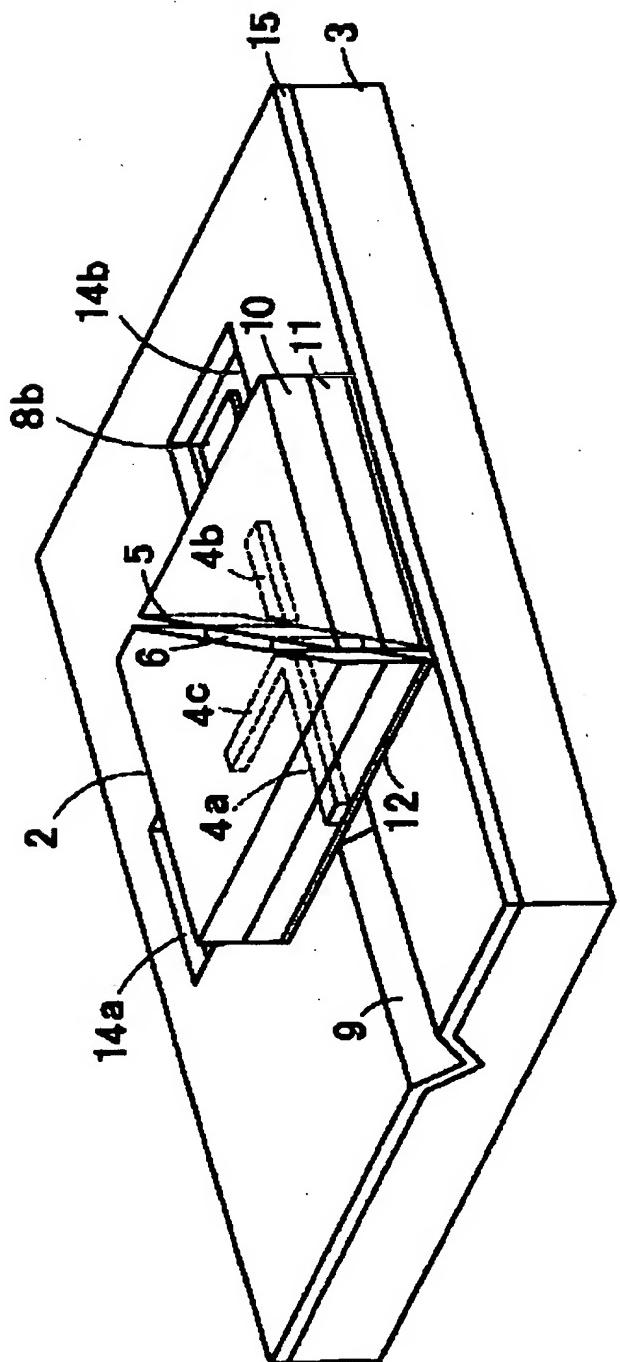
【図6】



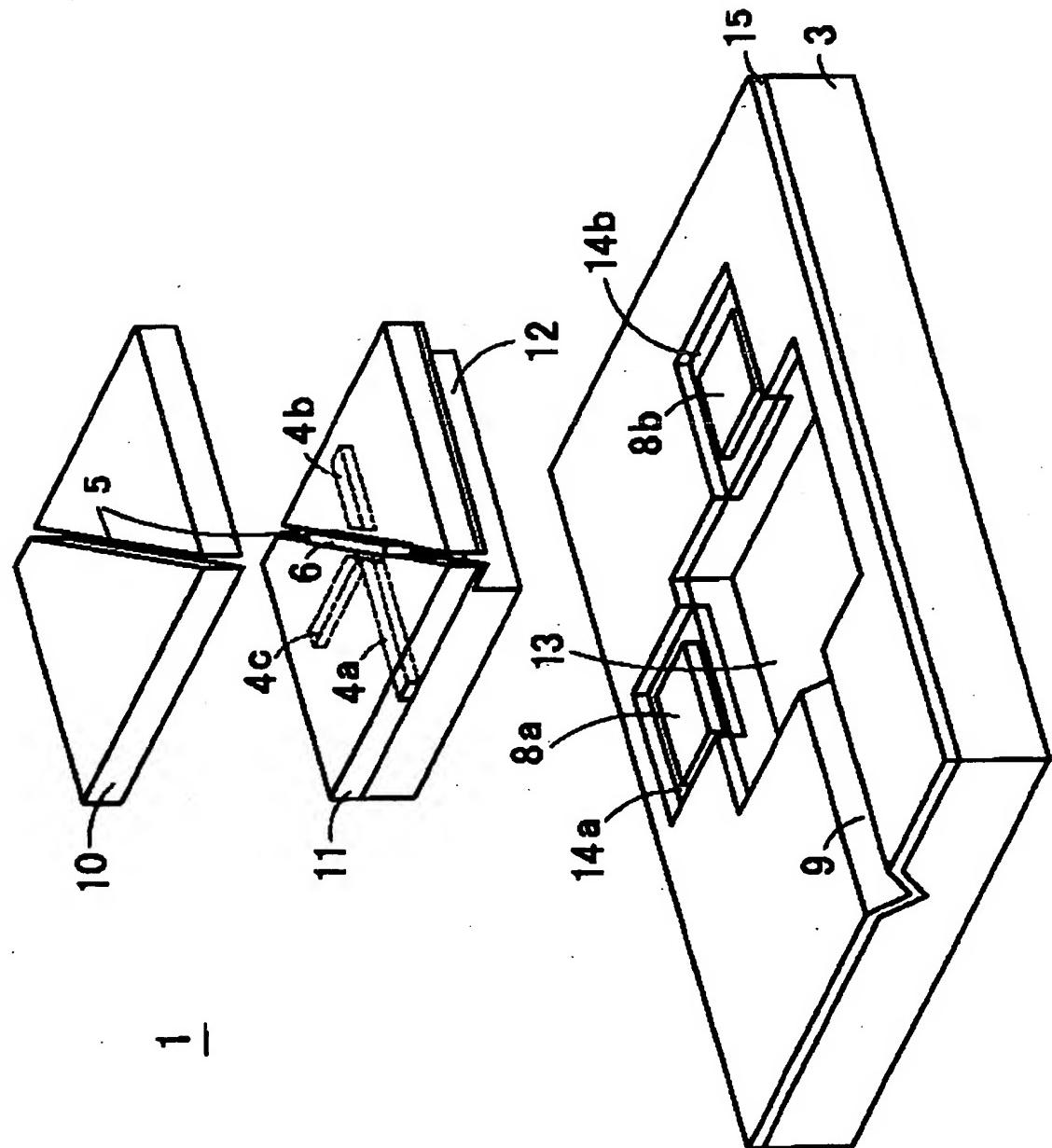
【図7】



【図8】

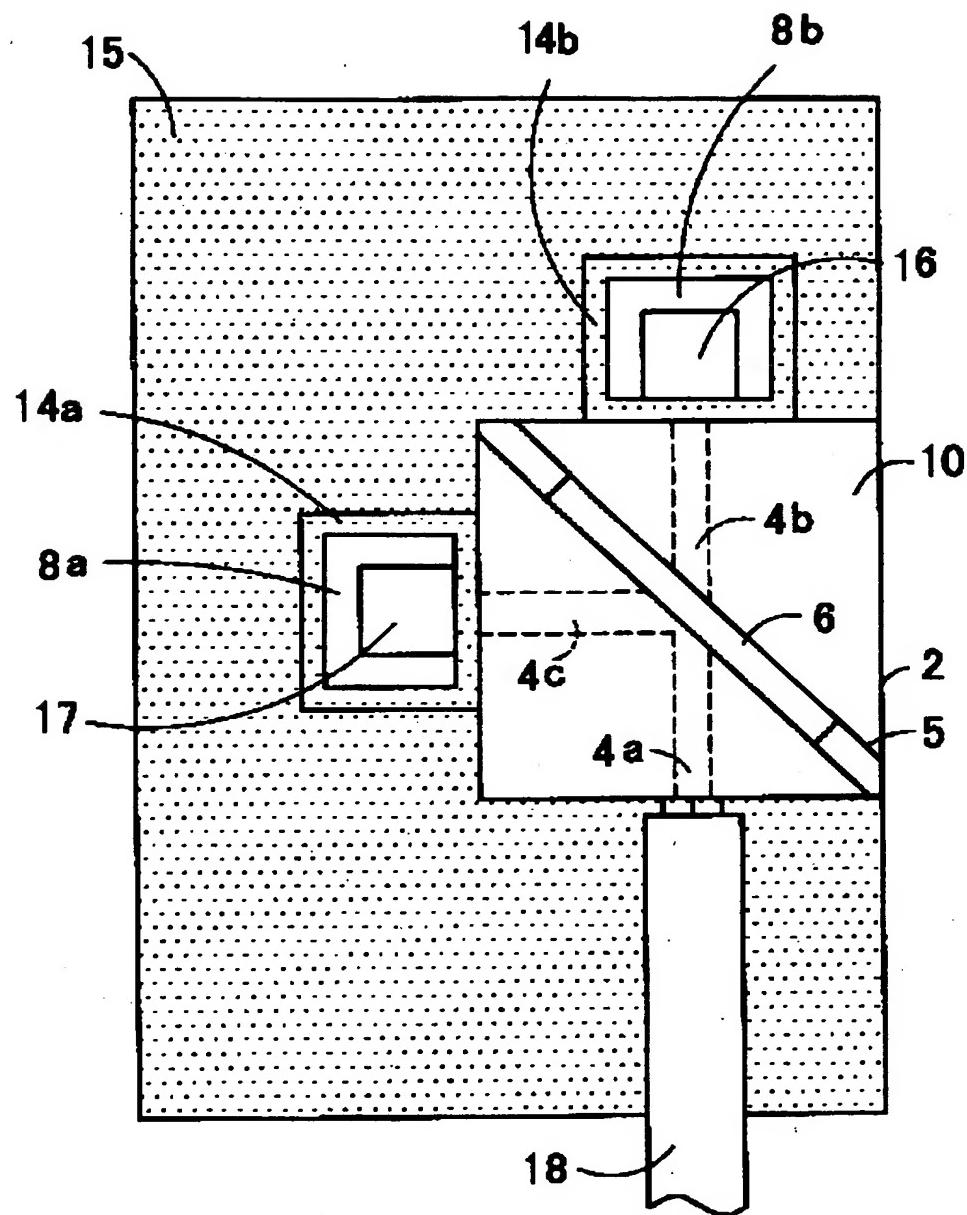


【図9】

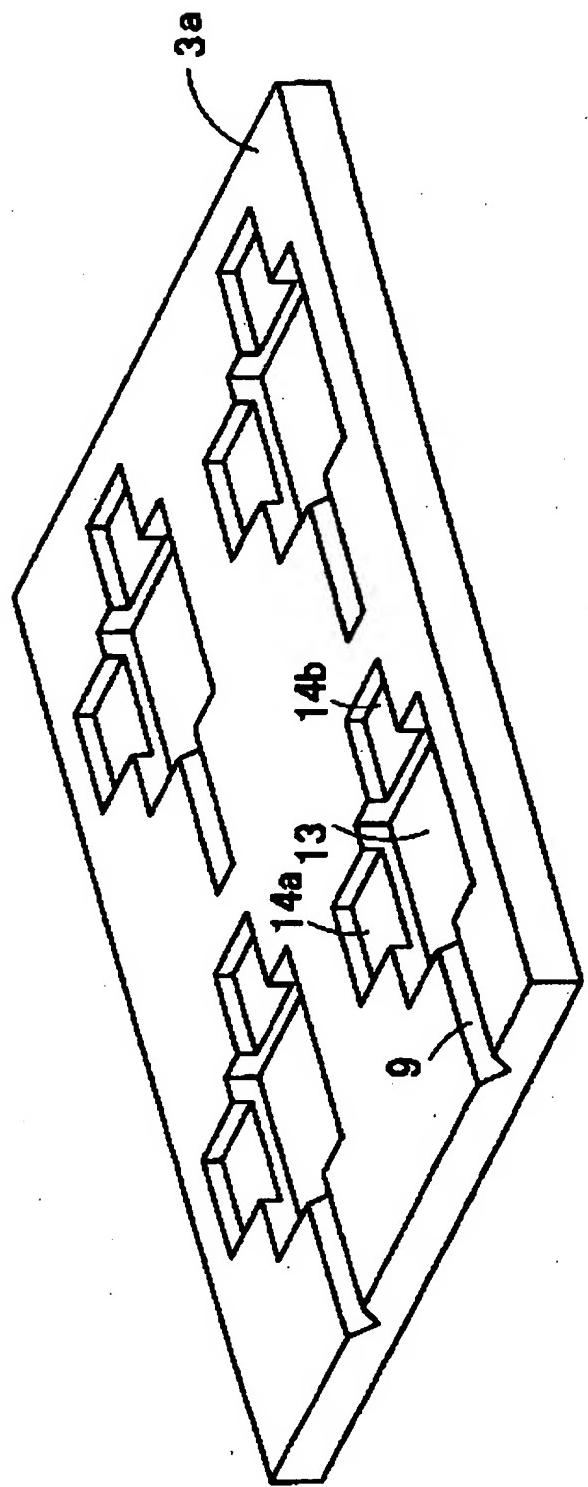


【図10】

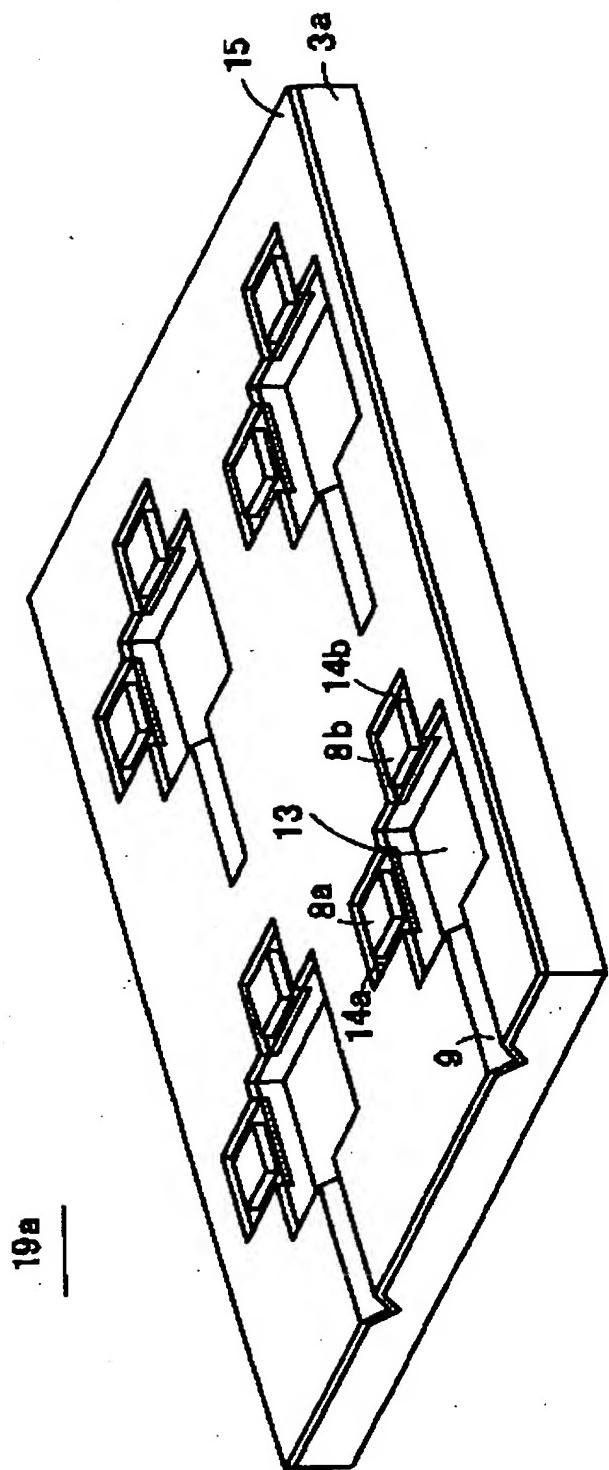
1



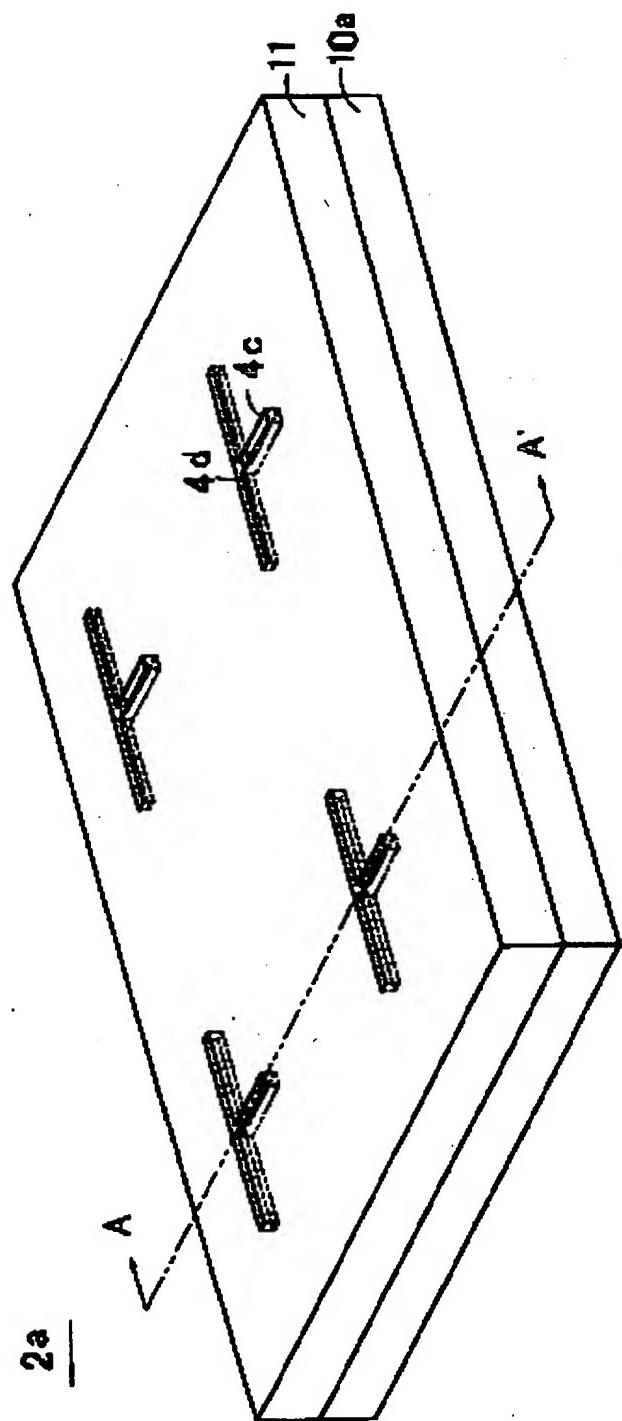
【図11】



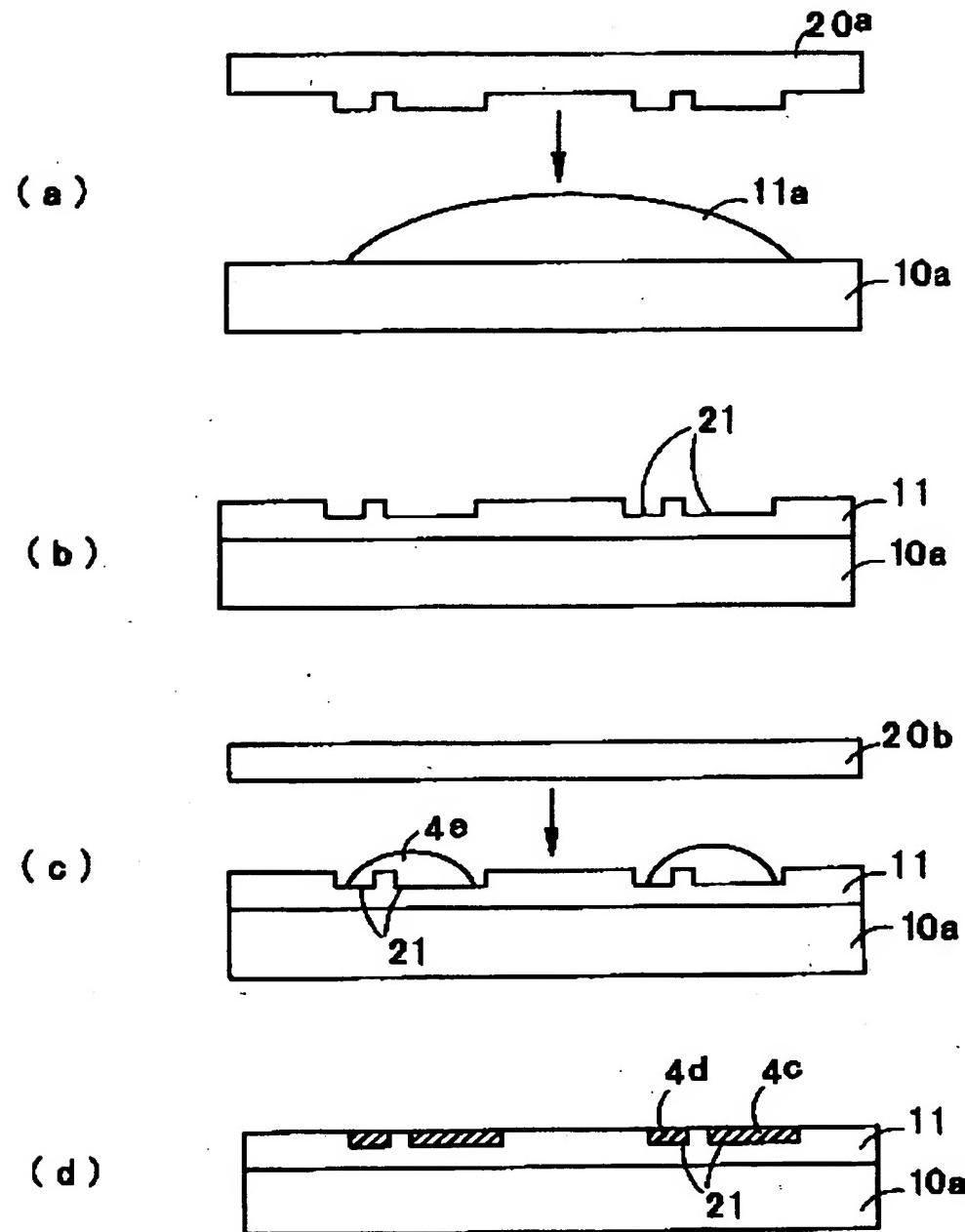
【図12】



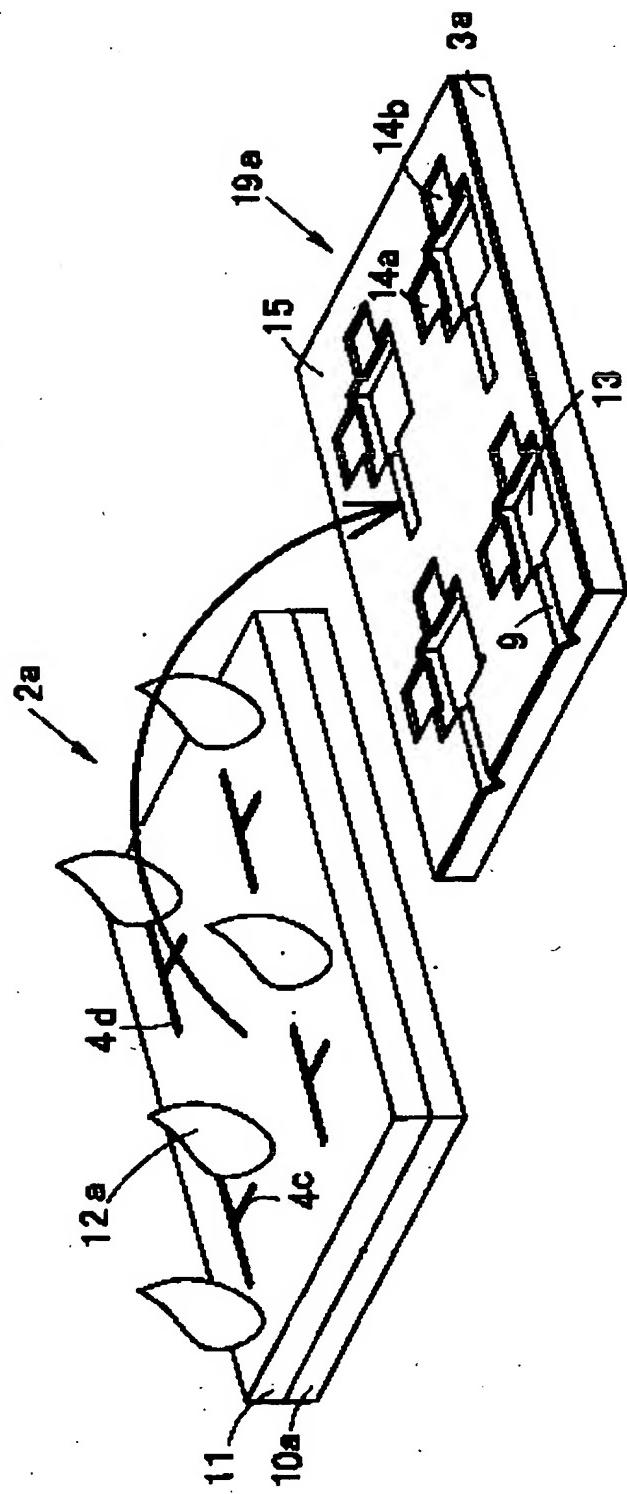
【図13】



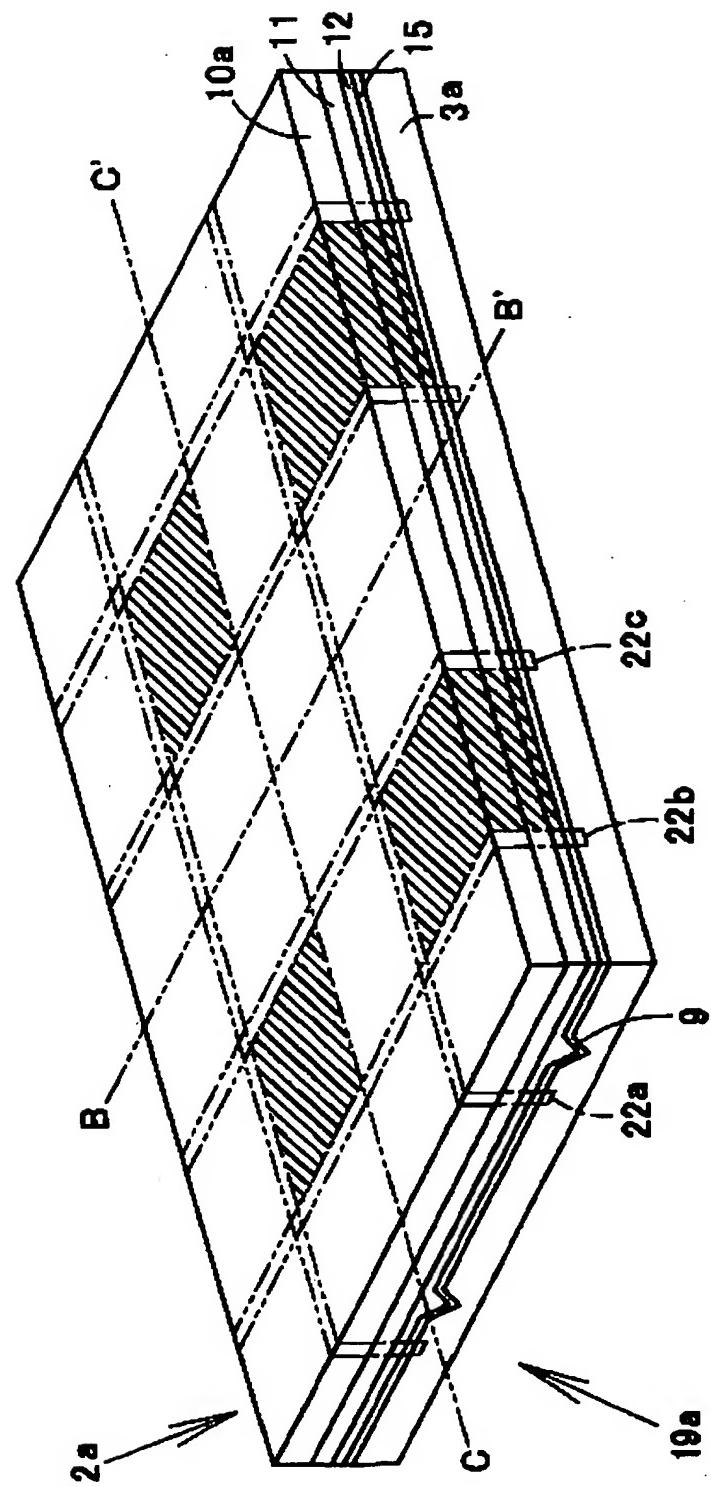
【図14】



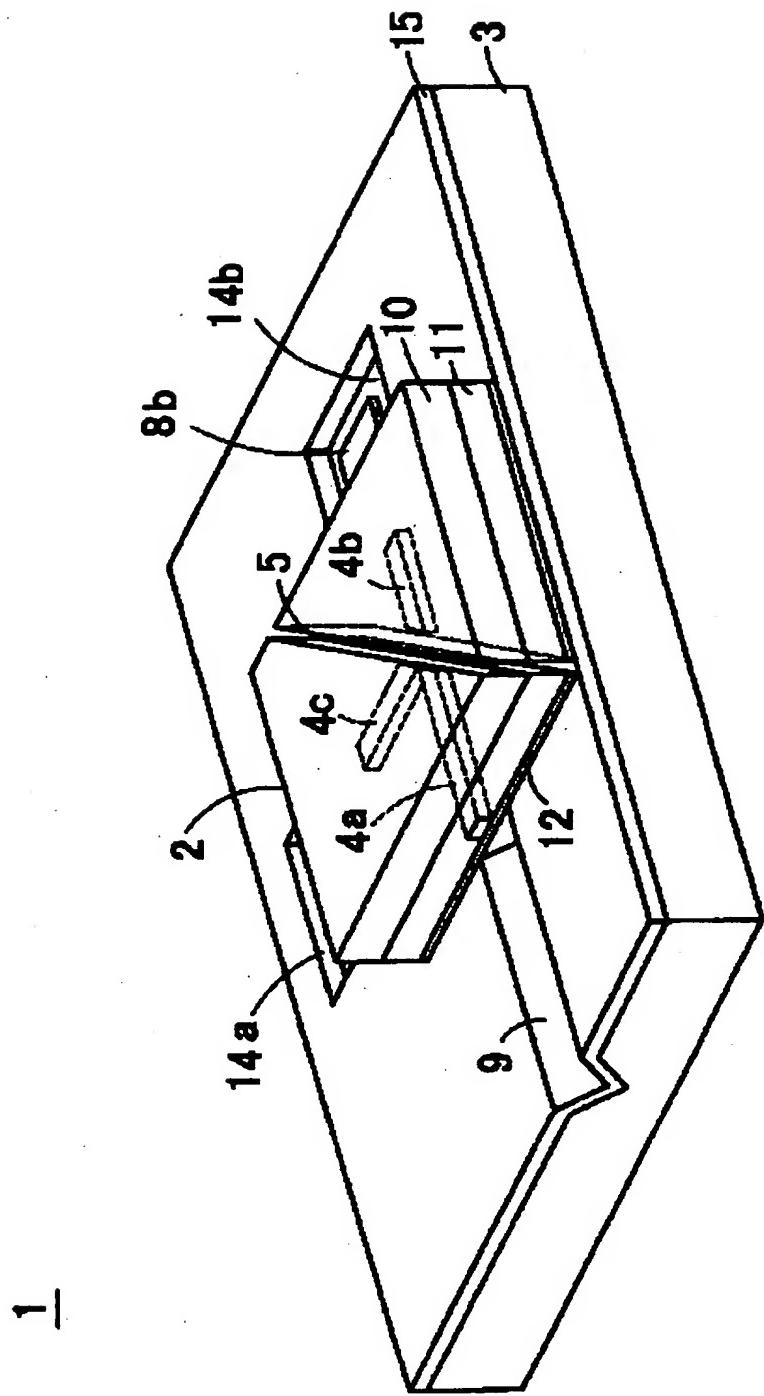
【図15】



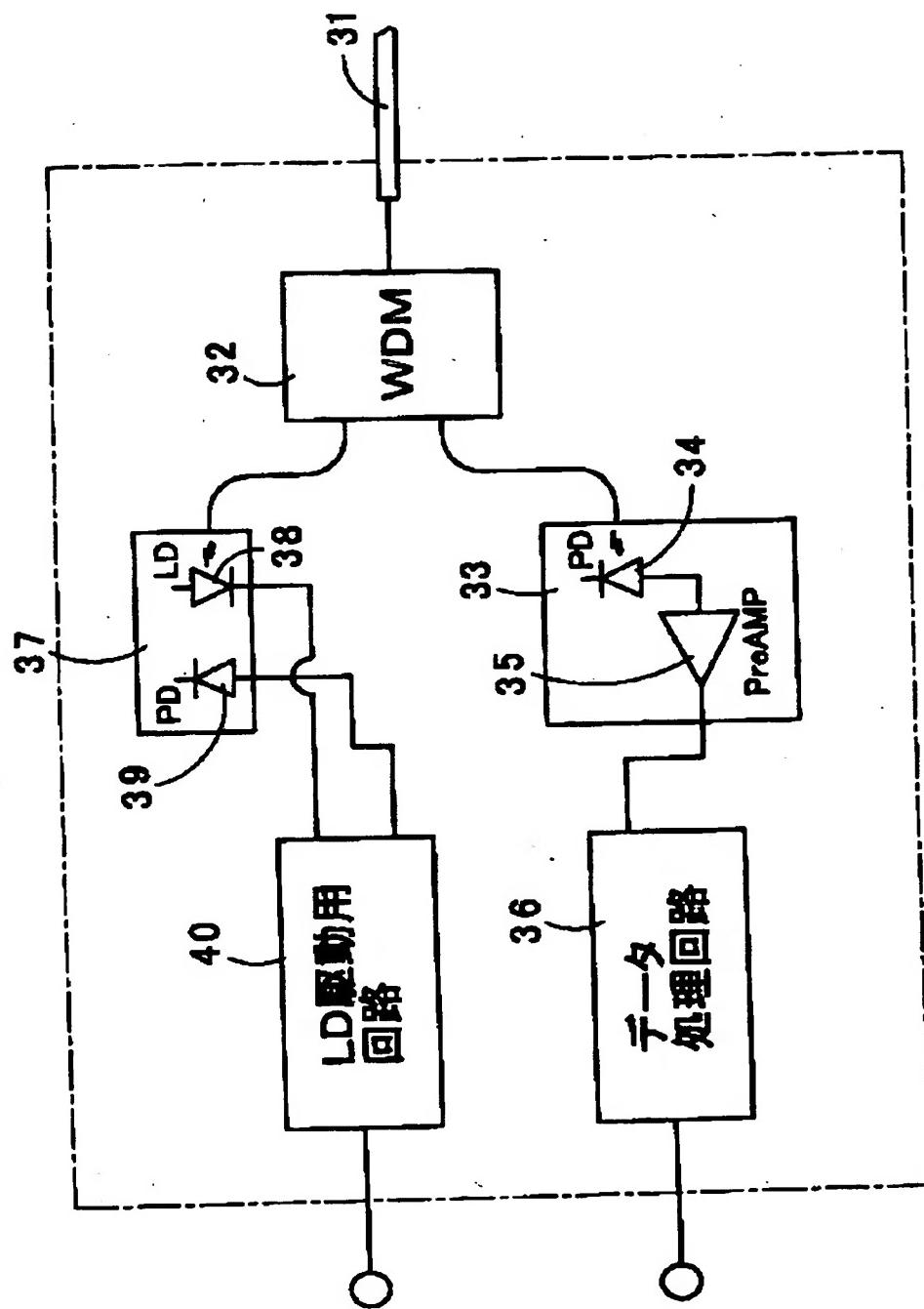
【図16】



【図17】



【図18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光導波路装置の製造工程を簡略化し、また大量生産に適した光導波路装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 フィルタ挿入溝5bを対角線とし、フィルタ挿入溝5bに隣接するフィルタ挿入溝5a、5c上の点を頂点とする長方形を単位長方形7と仮定して、光導波路装置1の大きさを単位長方形7の整数倍とすることにより、複数の光導波路装置1をマトリクス状に配置した状態でフィルタ挿入溝5を形成しても、各々の光導波路装置1は同形状に形成することができ、また各々の光導波路装置1に形成されるフィルタ装着溝5は他の光導波路装置1のコア4の目的外の箇所を分断することができない。よって、製造工程を簡略化することができ、大量生産に適しているので、製造コストを抑制することができる。

【選択図】 図5

出願人履歴情報

識別番号 [000002945]

1. 変更年月日 2000年 8月11日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
氏 名 オムロン株式会社